



⑩ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 25 499 A 1**

⑩ Int. Cl. 7:  
**F 16 C 33/14**  
B 23 P 9/02

⑩ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

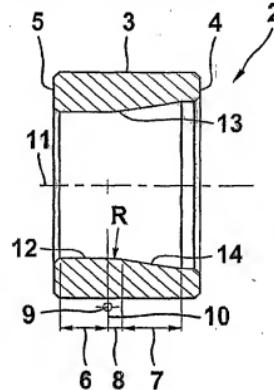
⑩ Erfinder:  
Tasch, Franz, 76287 Rheinstetten, DE; Freund, Stefan, 76571 Gaggenau, DE; Buschle, Hartmut, 70736 Fellbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑩ Kalibrierte Gleitlagerbuchse und Kalibrierwerkzeug zur Herstellung der Gleitlagerbuchse

⑩ Gleitlagerbuchsen werden bekanntlich in Form von Rohlingen aus Metallpulver ohne oder mit Zusätzen preßgeformt, dann gesäubert und mit Schmierstoff getränkt und dann wenigstens innen zur Erzeugung von Gleitflächen mit engen Toleranzen kalbiert durch Hindurchdrücken von Kugeln oder von zylindrischen Kalibrierdornen. Dabei ist nicht ausschließbar, dass zu Stirmseiten der Gleitlagerbuchsen hin zylindrische Gleitlagerflächen relativ scharfkantig begrenzt sind. Schon bei geringen Schieflstellungen von zu lagernden Wellen hat dies Nachteile.

Erfahrungsgemäß wird vorgeschlagen, einen kalibrierten zylindrischen Längenabschnitt (6) der Gleitlagerbuchse (2) knickfrei übergehen zu lassen in einen durch Kalibrieren stetig gekrümmten Längenabschnitt (8). Hierbei wird dieser stetig gekrümmte Übergang im Längenabschnitt (8) ebenfalls einer kalibrierenden Druckbeanspruchung ausgesetzt, so dass im Wesentlichen die gleiche Werkstoffverdichtung stattfindet wie im zylindrischen Längenabschnitt (6). Dies hat den Vorteil, dass bei einer nicht allzu großen Schieflstellung der Welle innerhalb der Gleitlagerbuchse (2) die Welle auf einer gewölbten Fläche (13) gleitet und eine dabei zustande kommende Flächenpressung relativ gering ist. Die erfahrungsgemäß erreichte relativ geringe Flächenpressung vermeidet vorzeitigen Verschleiß.



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer kalibrierten Gleitlagerbuchse nach der Gattung des Patentanspruchs 1 und einem Kalibrierwerkzeug nach der Gattung des Patentanspruchs 3.

[0002] Durch die Druckschrift WO 98/40751 ist ein elektrischer Kleinnmotor bekannt mit einem Anker, einer den Anker tragenden Welle und mit einer ersten und einer zweiten Gleitlagerbuchse, die die Welle drehbar gelagert aufnehmen. Die erste Gleitlagerbuchse, die vorhersehbar der größeren Lagerbelastung ausgesetzt sein wird, ist außen kalotentartig ausgebildet und in den Kleinnmotor schwenkbar angeordnet, um eine Schiefausrichtung der Welle relativ zu einer Konstruktionsachse des elektrischen Kleinnmotors durch Selbstausrichtung der ersten Gleitlagerbuchse zu kompensieren. Bekanntermaßen kommt durch diese Kompensation eine günstige Lastverteilung innerhalb dieser Gleitlagerbuchse zustande. Die zweite Gleitlagerbuchse ist außen zylindrisch geformt und starr in den Kleinnmotor eingebaut. Innen ist die zweite Gleitlagerbuchse auf einem Teil ihrer Länge zylindrisch zur Lagerung der Welle und, von der ersten Gleitlagerbuchse aus gesehen, auf einem anderen Teil ihrer Länge hohlkegelig ausgebildet, so dass eine Art Einführtrichter zum erleichterten Einsticken der Welle anlässlich des Zusammenbaues des elektrischen Kleinnotors vorhanden ist. Infolge des starren Einbaus der zweiten Gleitlagerbuchse fehlt die Möglichkeit der Selbstausrichtung gemäß der Selbstausrichtung der ersten Gleitlagerbuchse. Deshalb kann gegebenenfalls im Übergang vom kegeligen Einführtrichter in die zylindrische Gleitlagerfläche, je nach zufälliger Schiefausrichtung der Welle relativ zur zylindrischen Gleitlagerfläche, eine nachteilig hohe Flächenpressung resultieren mit Verschleiß von Gleitlagerwerkstoff oder Wellenwerkstoff. Dies kann zu unruhigem Lauf der Welle oder zur Verschmutzung eines Lagerspaltes, der sich unvermeidbar zwischen der Gleitlagerbuchse und der Welle befindet, führen und Lagerschaden zur Folge haben.

[0003] Durch die Druckschrift US 4 293 789 A ist für einen elektrischen Kleinnotor eine außen zylindrische Gleitlagerbuchse bekannt, die bei beiden Stirnseiten hohlkegelig gestaltet ist und dazwischen einen engsten Längenabschnitt aufweist, der hohlzylinndrisch ausgebildet eine Gleitlagerfläche zur Verfügung stellt. In der Fig. 2 dieser Druckschrift sind Ringkanten dargestellt, die den inneren zylindrischen Längenabschnitt gegen beide hohlkegeligen Längenabschnitte abgrenzen. Eine gegebenenfalls unvermeidliche Schiefausrichtung der Ankerwelle relativ zu der Gleitlagerbuchse kann zum vorerstehend genannten Nachteil führen.

[0004] Es ist dem Fachmann für gesinterte und mit Schmierstoff getränkte Gleitlagerbuchsen bekannt, die Durchmesser der Gleitlagerflächen zu kalibrieren durch Hindurchdrücken von Kugeln oder Kalibrierdornen mit zylindrischen Querschnitten mit der Folge, dass Ringkanten dort entstehen, wo die Kalibrierdornen oder Kugeln gesinterten Gleitlagerstoff verdichten. Es entstehen als Ringkanten, wie sie beispielweise in der Fig. 2 der Druckschrift US 4 293 789 A dargestellt sind.

[0005] Durch die Druckschrift EP 0 509 683 A2 und dabei deren Fig. 6 ist für einen elektrischen Kleinnotor eine -außen zylindrische Gleitlagerbuchse bekannt, die innen eine gewölbte Oberfläche als Gleitlagerfläche aufweist, so als ob diese Gleitlagerbuchse aus einem Torus mit Kreisquerschnitt durch Entfernen von Werkstoff am Außenumfang und in Stirnseitenbereichen hergestellt sein könnte. Infolge der gewölbten Gleitlagerfläche ist keine Ringkante in untrü-

telbarer Nähe einer zu lagernenden Welle vorhanden und demgemäß ist keine Kantenpressung der voran stehend beschriebenen Art möglich. Als nachteilig kann jedoch angesehen werden, dass infolge der Wölbung der Gleitlagerfläche 5 Gleitflächenpressung grundsätzlich größer ist als bei Verwendung einer kippbeweglichen Lagerbuchse mit hohlzylinndrischer Gleitlagerfläche.

## Vorteile der Erfindung

[0006] Die gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, dass sie einerseits, wenn praktisch keine Schieffstellung der Welle zur Gleitlagerbuchse vorhanden ist, eine günstige Verteilung von Flächenpressungen aufweist, und anderseits, wenn eine nicht allzu große Schieffstellung der Welle relativ zur Gleitlagerbuchse vorhanden ist, eine Betriebsseigenschaft aufweist, die mit der Betriebsseigenschaft der Gleitlagerbuchse gemäß der Druckschrift EP 0 509 683 A2 vergleichbar ist. Insoweit kann festgehalten werden, dass die erfindungsgemäße Gleitlagerbuchse positive Eigenschaften einer innen zylindrischen Gleitlagerbuchse mit Vorteilen einer mit einer stetig gewölbten Gleitlagerfläche ausgestatteten Gleitlagerbuchse vereint, wobei 25 eine jeweilige Ausrichtung der Welle relativ zur Gleitlagerbuchse bestimmt, welche der beiden positiven Eigenschaften genutzt wird.

[0007] Durch die in den weiteren Patentansprüchen angegebenen Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Gleitlagerbuchse möglich.

[0008] Die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 2 ergeben den Vorteil, dass der gesinterte Gleitlagerwerkstoff im Bereich der stetigen Krümmung und dabei angrenzend an den inneren zylindrischen Längenabschnitt eine Werkstoffverdichtung aufweist, die mindestens so groß ist wie die Werkstoffverdichtung im Bereich des zylindrischen Längenabschnitts und deshalb einen vorteilhaften Widerstand gegen Verschleiß im Bereich der stetigen Krümmung aufweist.

[0009] Der Kalibrierdorn mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3 ist gestaltet für einen kantenlosen Übergang vom zylindrischen Längenabschnitt in den Längenabschnitt mit dem gekrümmten Übergang, wobei dieser Kalibrierdorn beispielweise mathematisch genau herstellbar ist durch Verwenden einer -wie quer zum Kalibrierdorn ausgerichteten Schleifwalze, mittels der der Durchmesser des zylindrischen Längenabschnitts hergestellt wird und bei der halbe Durchmesser die stetige Krümmung des Übergangs bestimmt.

[0010] Das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 4 ergibt den Vorteil, dass auch ein hohlkegeliger Einführtrichter der Gleitlagerbuchse verdichtet und geglättet ist und einem an sich unerwünschten Austritt von Schmierstoff aus einer nicht mit der Welle in Berührung befindlichen Oberfläche der Gleitlagerbuchse entgegenwirkt.

## Zeichnung

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen gesinterten und kalibrierten Gleitlagerbuchse und ein Ausführungsbeispiel eines hierfür bestimmten Kalibrierdorns sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen Fig. 1 die erfindungsgemäße Gleitlagerbuchse im fertigen Zustand und dabei in Längsschnitt, Fig. 2 einen Rohling der erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse, ebenfalls im Längsschnitt und Fig. 3 einen Seitenansicht des erfindungsgemäßen Kalibrierdorns.

[0012] Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Gleit-

lagerbuchse und des Ausführungsbeispiels des Kalibrierdorns.

[0013] Eine in der Fig. 1 dargestellte gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse 2 besteht beispielsweise aus einem für solche Lagerbuchsen aus dem Stand der Technik auswählbaren Werkstoff und hat außen eine zylindrische Umgrenzungsfäche 3, eine erste Stirnseite 4, eine zweite Stirnseite 5, einen zweiten Längenabschnitt 6 bei der zweiten Stirnseite 5, und einen im Wesentlichen hohlkegeligen Längenabschnitt 7 bei der ersten Stirnseite 4 und dazwischen einen dritten Längenabschnitt 8. Unterschied zum ersten, dem hohlkegeligen Längenabschnitt 7 ist der zweite Längenabschnitt 6 immer zylindrisch kalibriert. Der dritte Längenabschnitt ist ein stetig gekrümmter Abschnitt, der ebenfalls kalibriert ist und demgemäß, weil er an den zweiten Längenabschnitt 6 angrenzt, im Wesentlichen gleich stark verdichtet ist wie der zweite Längenabschnitt 6. Hierbei ist in technisch einfacher Weise die stetige Krümmung realisiert mittels eines Radius R, dessen Ursprungspunkt 9 der Krümmungsmittelpunkt der Krümmung ist. Mathematisch betrachtet liegt der Ursprungspunkt 9 auf derjenigen Maßlinie 10, die die Grenze zwischen dem zweiten Längenabschnitt 6 und dem dritten Längenabschnitt 8 angibt. Weil die Gleitlagerbuchse 2 ein rotationssymmetrischer Körper ist, erstreckt sich die Maßlinie 10 quer zu einer Längsachse 11 der Gleitlagerbuchse 2.

[0014] Dabei ist erfindungsgemäß der Ursprungspunkt 9 des Radius relativ zur Längsachse 11 der Gleitlagerbuchse 2 so gelegt, dass eine innen zylindrische Gleitlagerfläche 12 des zweiten Längenabschnitts 6 und deren Projektion gegen die erste Stirnseite 4 eine unendliche Zahl von Tangenten bildet für eine gewölbte Fläche 13, deren rotationssymmetrische Kontur durch den Radius R erzeugt ist. Mit dem mathematischen Ausdruck "Tangenten" ist also (etwaig) gemeint, dass ein rotationssymmetrischer Übergang von der zylindrischen Gleitlagerfläche 12 in die gewölbte Fläche 13 ohne Knick und also ohne Kante gestaltet ist.

[0015] An die gewölbte Fläche 13 des dritten Längenabschnitts 8 schließt sich innerhalb des ersten Längenabschnitts 7 zwecks beispielsweise hohlkegeliger Ausbildung eine im Wesentlichen kegelige Fläche 14 an. Diese kegelige Fläche 14 bildet eine Art Einführtrichter für einen später erfolgenden Zusammenbau beispielsweise eines elektrischen Kleinmotors mit einer Welle, die mittels der erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse 2 zu lagern ist. Im Unterschied zum knickfreien Übergang der zylindrischen Gleitlagerfläche 12 in die gewölbte Fläche 13 braucht ein Übergang von der gewölbten Fläche 13 in die im Wesentlichen kegelige Fläche 14 nicht knickfrei zu sein. Die Zulässigkeit eines Knickes an der genannten Grenze zwischen dem ersten Längenabschnitt 7 und dem dritten Längenabschnitt 8 kann die Herstellung der Gleitlagerbuchse 2 und insbesondere deren Kalibrierung erleichtern.

[0016] Wahlweise besteht die Möglichkeit, die im Wesentlichen kegelige Fläche 14 ebenfalls durch einen Kalibriervorgang fertigzustellen. In einem solchen Fall kann man beispielsweise, so wie dies in der Fig. 2 dargestellt ist, einen Röhling 2a, der eine erste Stirnseite 4 und eine zweite Stirnseite 5 und eine zylindrische Umfangsfäche 3 aufweist, innen auf ganzer Länge zylindrisch ausbilden und dabei die üblichen Fasen 15 im Übergang von den Stirnseiten 4 und 5 in die innere Öffnung 16 vorsehen. Die Öffnung 16 des Röhlings 2a hat natürlich einen erfahrungsgemäß kleiner ausgebildeten oder durch Versuche ermittelten Durchmesser als die zylindrische Gleitlagerfläche 12 im fertiggestellten kalibrierten Zustand.

[0017] Ein Kalibrierdorn 20, der in der Fig. 3 dargestellt ist, hat im Anschluss an einen als Zentriermittel dienenden

Kalbstumpf 21 einen Längenabschnitt 21, der zylindrisch ausgebildet ist mit einem Durchmesser derart, dass beim Eindrücken des Kalibrierdorns 20 in das Rohtloch 2a eine Werkstoffverdichtung stattfindet, die nach dem Herausziehen des Kalibrierdorns 20 aus der Gleitlagerbuchse 2 gemäß der Fig. 1 die zylindrische Gleitlagerfläche 12 mit dem konstruktiv gewollten Fertigdurchmesser ergibt. Der Längenabschnitt 22 des Kalibrierdorns 20 wird dabei natürlicherweise länger ausgebildet als der zweite Längenabschnitt 6 der Gleitlagerbuchse 2. Dies hat den Vorteil, dass in an sich bekannter Weise ein erwünschter Glättvorgang stattfindet und der Kalibrierdorn 20 nicht vorzeitig durch einen neuen Kalibrierdorn zu ersetzen ist.

[0018] Zur Herstellung und Kalibrierung des dritten Längenabschnitts 8 der Gleitlagerbuchse ist am Kalibrierdorn 20 ein Längenabschnitt 23 vorgesehen, der knickfrei und also ohne eine Kante sich an den zylindrischen Längenabschnitt 22 anschließt. In technisch einfacher Weise ist ein solcher knickfreier Übergang herstellbar, wenn man zu dessen Herstellung einen Schleifstein benützt mit einem Durchmesser von im Wesentlichen dem doppelten des ausgewählten Radius R, eine Relativgeschwindigkeit und dabei eine Vorschubbewegung erzeugt oder benützt, die parallel zur Längsachse des Kalibrierdorns 20 verläuft und beim Kegelstumpf 21 beginnt, wobei eine Drehachse des Schleifsteins den Kalibrierdorn 20 kreuzt. Es braucht dann nur noch ein weiterer Längenabschnitt 24 angeschlossen werden, der im Wesentlichen kegelig ausgebildet ist und, wie dies bereits erwähnt ist, nicht unbedingt knickfrei bzw. kantenzlos sich an die Kontur des Längenabschnitts 23 anschließen braucht. Dies deshalb, weil in an sich logischer Weise die Auswahl der Länge des dritten Längenabschnitts 8 der Lagerbuchse 2 in Zusammenhang mit der Auswahl der Größe des Radius R derart gewählt wird, dass bei einer größten zu erwartenden Schieflstellung einer Welle innerhalb der Gleitlagerbuchse 2 eine Berührung zwischen dieser Welle und der Gleitlagerbuchse 2 im stetig gekrümmten Bereich, also innerhalb der Umgrenzung der gewölbten Fläche 13 stattfinden wird.

[0019] Zugunsten der beschriebenen Herstellbarkeit war also ein Radius R ausgewählt, weil, wie beschrieben, dieser Radius R in technisch einfacher Weise durch Drehen eines kreisrunden Werkzeugs, nämlich eines Schleifsteins, erzeugbar ist. Wenn aus fertigungstechnischen Gründen eine Drehachse dieses Schleifsteins nicht genau rechtwinklig die Längsachse des Kalibrierdorns kreuzend ausgerichtet wird, so kann man auch durch irgendwelche Schieflstellungen der Drehachse des Schleifsteins zur Längsachse des Kalibrierdorns 20 einen im Prinzip stetigen Übergang schaffen, der dann im Längenabschnitt des Kalibrierdorns 20 gesehen eine Gestaltabweichung im Sinne eines Ellipsenbogens erhalten kann. Eine mittels eines solchen Kalibrierdorns kalibrierte Gleitlagerbuchse wird dann auch einen stetig gekrümmten Längenabschnitt aufweisen, relativ zu dem man sich Linien längs des zylindrisch umgrenzten Längenabschnitts als Tangente denken kann.

[0020] Ergänzend wird bemerkt, dass eine zulässige Schieflstellung einer Welle innerhalb einer erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse 2 natürlich begrenzt ist durch ein vom Konstrukteur vorgesehenes Radialspiel und der ausgewählten Länge des zweiten Längenabschnitts 6.

#### 1 Patentansprüche

1. Gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse (2) mit einer ersten Stirnseite (4) und einer zweiten Stirnseite (5), mit einem innen zylindrischen und dabei durch Werkstoffverdichtung kalibrierten zweiten Längenab-

schnitt (6) angrenzend an die zweite Stirnseite (5) und einem in Wesentlichen hohlgelagerten ersten Längenabschnitt (7) bei der ersten Stirnseite (9), dadurch gekennzeichnet, dass den beiden Längenabschnitten (6, 7) ein dritter Längenabschnitt (8) zwischenliegt und kontinuierlich ist, der knickfrei aus der Kontur des zweiten Längenabschnitts (6) in eine stetige Krümmung (R) überart geht, dass in die Kontur des zylindrischen Abschnitts (6) parallel zu einer Längssachse (11) der Gleitlagerbuchse (2) gelegte Geraden Tangenten an die Krümmung (R) sind und dass wenigstens im Bereich der Tangenten an die Krümmung (R) der Werkstoff der Gleitlagerbuchse (2) durch Kalibrierung im Wesentlichen gleich stark verdichtet ist wie im zylindrischen Längenabschnitt (6). 15

2. Gesinterte Gleitlagerbuchse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein gesinterter Rohling (2a), aus dem die Gleitlagerbuchse (2) durch Kalibrieren geformt wird, im Wesentlichen auf gesamter Länge einen im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist. 20

3. Kalibrierdorn (20) mit einem zylindrischen Längenabschnitt (22) zum Herstellen einer gesinterten und kalibrierten Gleitlagerbuchse (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierdorn (20) an den zylindrischen Längenabschnitt (22) knickfrei 25 angrenzend einen steig gekrümmten Übergang (23) zu einem größeren Durchmesser als dem des zylindrischen Längenabschnitts (22) aufweist, wobei zur Knickfreiheit eine Projektion dieses zylindrischen Längenabschnitts (22) in Projektionsrichtung Tangenten an 30 ansteigende gekrümmten Übergänge einschließt.

1. Kalibrierdorn nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, das an den stetig gekrümmten Längenabschnitt (23, 24) ein im Wesentlichen kegeler Längenabschnitt (24) mit wachsendem Durchmesser angefügt ist. 35

#### Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 2

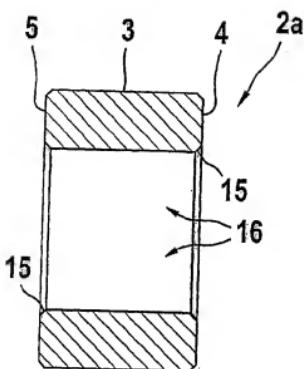


FIG. 1

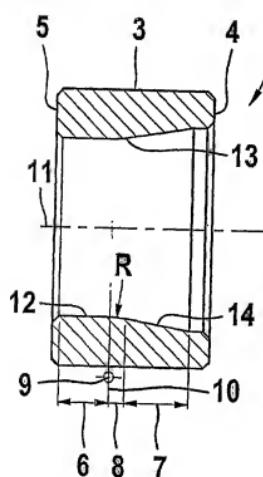


FIG. 3

